

## Capítulo 2

# Caracterização das condições climáticas na Amazônia

Jorge Breno Palheta Orellana

Bruna Bárbara Maciel Amoras Orellana

Jorge Federico Orellana Segovia

## Introdução

O crescimento e o desenvolvimento dos vegetais dependem da inter-relação de diversos fatores de natureza genética ou ambiental, influenciando todos os processos metabólicos.

Na diversidade amazônica, há de se considerar que espécies diferentes que se desenvolvem em condições edafoclimáticas idênticas podem exibir uma diversidade de tipos característicos que evidenciam suas diferenças na constituição genética de cada espécie, podendo apresentar essas diferenças, mesmo entre variedades da mesma espécie, com propriedades que as tornam adaptáveis às condições ambientais de cada ecossistema. Por isso, é oportuno ponderar que a potencialidade genética de cada espécie só poderá ser definida avaliando-se seu crescimento e desenvolvimento numa gama de ambientes diferentes. Assim, o clima é um dos recursos naturais mais importantes que intervêm no desenvolvimento do solo e dos vegetais, preenchendo papel decisivo no planejamento da atividade agrícola e florestal.

A erosão do solo pela água e a ação das águas pluviais em processos como hidrólise, hidratação, acidificação, oxidação e dissolução contribuem para a desintegração e a ressíntese dos minerais. Por isso, deve-se considerar que as condições climáticas exercem grande influência nos processos intempéricos, determinando as características físico-químicas do solo e, por sua vez, influenciando, diretamente, no crescimento das plantas. Pelo mesmo motivo, vale ressaltar que a produtividade das plantas depende, em primeiro lugar, das condições favoráveis de seu meio ambiente. No processo de

fotossíntese, por exemplo, são necessárias 3.744 calorias para produzir 1 g de glicose.

Conforme a Classificação de Köppen, nos estados da Amazônia ocorre, especialmente, tanto o clima do tipo Amw, o qual é caracterizado como tropical sem estação seca definida, quanto o clima Ami, que tem um déficit hídrico no período seco que se estende por até 4 meses. Estes são os tipos de clima quente, úmido e chuvoso predominantes na região.

A Tabela 1 mostra as médias de 30 anos de observação (1961–1990) das normais climatológicas do Amapá, como temperatura média mensal, precipitação pluviométrica, evapotranspiração de referência e umidade relativa do ar.

**Tabela 1.** Normais climatológicas de temperatura média mensal (T), precipitação pluvial (P), evapotranspiração de referência (ETo) e umidade relativa do ar (UR) no Amapá (1961–1990)<sup>(1)</sup>.

Mês	T (°C)	P (mm)	ETo (mm)	UR (%)
Janeiro	26,0	290	170	94
Fevereiro	25,7	300	152	95
Março	25,7	353	169	95
Abril	25,9	387	164	95
Mai	26,1	257	170	94
Junho	26,2	164	165	93
Julho	26,1	121	170	92
Agosto	26,8	79	173	91
Setembro	27,5	14	170	89
Outubro	27,9	12	177	88
Novembro	27,7	51	169	91
Dezembro	27,0	92	174	91

<sup>(1)</sup> Valores da Estação Meteorológica de Macapá – DFA/MA (Latitude de 00° 02' S, longitude de 51° 03' W e altitude de 14 m); médias estimadas pelo método de Blaney-Criddle.

Os dados indicam que a vegetação nativa amapaense cresce e se desenvolve em temperaturas médias do ar consideradas elevadas, com a menor temperatura média mensal de  $25,7 \pm 5$  °C no período chuvoso (de janeiro a junho), que ocorre em fevereiro e março. Observa-se, ainda, que a precipitação pluvial de janeiro a junho é considerada elevada, alcançando o pico máximo em abril (387 mm).

Geralmente, esses valores de precipitação são maiores do que os valores da evapotranspiração de referência nesse período do ano. A maior temperatura média mensal, de  $27,9 \pm 5$  °C do período seco (de agosto a dezembro) ocorre em outubro. Neste período, observa-se um déficit hídrico, ou seja, a evapotranspiração é maior que a precipitação, e induz à deficiência de água, Ca (cálcio) e Mg (magnésio) pelas plantas, reduzindo, assim, o crescimento, a atividade fotossintética e a produção da maioria das espécies tropicais.

No Tocantins, os dados climatológicos descritos na Tabela 2 levam a classificá-lo, conforme a Classificação de Köppen, em clima Aw (tropical chuvoso). Verifica-se que a vegetação nativa do Estado do Tocantins cresce e se desenvolve em temperaturas médias do ar consideradas elevadas, com temperaturas médias anuais variando, conforme a localidade, entre 25 °C e 26,4 °C, e precipitação pluvial entre 1.329 mm e 1.754 mm. Já a umidade relativa do ar e a evapotranspiração variam de 67% a 85% e de 1.090 mm a 1.772 mm, respectivamente.

Na Tabela 3, são apresentadas médias das normais climatológicas em Rio Branco, AC, como temperatura média mensal, precipitação pluviométrica, evapotranspiração de referência e umidade relativa do ar.

**Tabela 2.** Normais climatológicas de temperatura média mensal (T), precipitação pluvial (P), evaporação (E) e umidade relativa do ar (UR) em diferentes municípios do Tocantins (1961–1990).

Estação	T (°C)	P (mm)	E (mm)	UR (%)
Conceição do Araguaia	25,7	1.754	1.090	85
Peixe	25,6	1.722	1.592	73
Porto Nacional	26,1	1.667	1.740	72
Taguatinga	24,5	1.665	1.772	67
Paraná	25,0	1.329	1.366	70
Carolina	26,2	1.718	1.678	72
Imperatriz	26,4	1.463	1.460	74

Fonte: Inmet (1992).

**Tabela 3.** Normais climatológicas de temperatura média mensal (T), precipitação pluvial (P), evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) e umidade relativa do ar (UR) em Rio Branco, Acre.<sup>(1)</sup>

Mês	T (°C)	P (mm)	ET <sub>o</sub> (mm)	UR (%)
Janeiro	24,9	289	123	90
Fevereiro	24,7	271	102	90
Março	25,0	285	120	90
Abril	24,3	194	104	89
Maio	23,9	83	100	90
Junho	22,9	41	86	89
Julho	22,0	11	78	85
Agosto	23,8	48	100	77
Setembro	25,1	83	114	82
Outubro	24,8	194	121	87
Novembro	25,1	188	120	89
Dezembro	25,0	262	125	91

Fonte: Rodrigues et al. (2002).

A vegetação cresce e se desenvolve em temperaturas médias do ar consideradas elevadas, com a menor temperatura de

maio a agosto, decorrente das frentes frias sulinas. O restante do ano apresenta temperaturas elevadas. Observa-se, ainda, que a precipitação pluvial anual é considerada elevada (1.949 mm).

A evapotranspiração também é considerada elevada e, apesar de ocorrer uma redução de maio a setembro, pode-se observar uma retração das chuvas no mesmo período, o que conduz a um déficit hídrico nesses meses. Isso determina a adoção de irrigação para suprir as necessidades de água nessas épocas. A umidade relativa do ar é considerada elevada ao longo do ano, variando de 77% a 91%.

A Tabela 4 mostra médias das normais climatológicas, como temperatura média mensal, precipitação pluviométrica, evapotranspiração de referência e umidade relativa do ar, do Município de Presidente Figueiredo, no Estado do Amazonas, onde se encontra o polo produtor de flores e plantas ornamentais. Os dados evidenciam a caracterização um clima quente e chuvoso.

**Tabela 4.** Normais climatológicas de temperatura média mensal (T), precipitação pluvial (P), evaporação (E) e umidade relativa do ar (UR) no município de Presidente Figueiredo, AM.

Estação	T (°C)	P (mm)	E <sup>(1)</sup> (mm)	UR (%)
Presidente Figueiredo, AM	25,5	2.000-2.500	1.968	85

<sup>(1)</sup> Média estimada pelo método de Blaney-Criddle.

Vale considerar que a temperatura ambiente e a água são de importância fundamental na formação do solo, na atividade microbiológica (bactérias e fungos), na decomposição e mineralização da matéria orgânica e na germinação, crescimento e desenvolvimento da flora regional.

A Tabela 5 mostra médias das normais climatológicas, como temperatura média mensal, precipitação pluviométrica, evapotranspiração de referência e umidade relativa do ar, em Belém, PA, observando-se que as médias de temperatura, precipitação, evapotranspiração e umidade relativa do ar elevadas caracterizam um clima quente e chuvoso.

O Pará também apresentou uma elevada temperatura, precipitação e umidade relativa do ar, que promove o rápido crescimento vegetal, determinando assim que as plantas recebam boas doses de nutrientes para atender a suas necessidades.

Os dados climatológicos apresentados são um indicativo de que a gama de temperaturas médias anuais variando entre 22 °C e 27,9 °C permite o crescimento de uma das maiores biodiversidades do planeta, a Amazônia.

Conforme Larcher (1986), nos vegetais das regiões tropicais, o crescimento só acontece a partir dos 12 °C a 15 °C, sendo que a temperatura ótima na qual se verifica o alongamento dos rebentos situa-se entre 30 °C e 40 °C. Portanto, na Amazônia, as condições de temperaturas e de precipitações elevadas conduzem à obtenção de boas taxas de fotossíntese e de respiração, favorecendo a germinação das sementes e o desenvolvimento radicular, bem como o crescimento e o desenvolvimento das espécies, promovendo a manutenção de cadeias vivas na exuberante Floresta Tropical.

**Tabela 5.** Normais climatológicas de temperatura média mensal (T), precipitação pluvial (P), evaporação (E) e umidade relativa do ar (UR) no município de Belém, PA.

Estação	T (°C)	P (mm)	E <sup>(1)</sup> (mm)	UR (%)
Belém, PA	25,9	2.761,6	734,9	86

<sup>(1)</sup> Média estimada pelo método de Blaney-Criddle.

Fonte: Inmet (1992).

## O ciclo da água na Amazônia

A Floresta Tropical constitui um dos biomas mais desenvolvidos e ao mesmo tempo mais ricos em espécies do planeta, com suas florestas úmidas/perenifólias altamente estratificadas, que ocupam as zonas junto ao Equador, com precipitações que excedem os 2.000 mm anuais. Na América do Sul, esse ecossistema encontra-se nas bacias do Amazonas e do Orinoco. Ainda que ocupem originalmente 17 milhões de km<sup>2</sup>, ou seja, menos de 5% do planeta, e apesar de toda sua importância, as florestas tropicais continuam sendo destruídas de forma alarmante (Odum, 1988; Silva, 2007).

Ressalta-se que a Floresta Equatorial cumpre uma função fundamental para o equilíbrio ambiental, principalmente no que diz respeito às condições climáticas e ao ciclo da água, no qual ocorre uma série de fenômenos, de caráter periódico, que parte da precipitação, passa pelo armazenamento, infiltração e escoamento superficial, segue com a evaporação das superfícies terrestres e hídricas, e a transpiração dos seres vivos, culminando com a condensação do vapor d'água. (Figuras 1A a 1E).

A elevação do ar úmido, seja por convecção, por sua própria convergência, por elevação topográfica ou por levantamento frontal, promove seu resfriamento, fazendo com que a água se condense. Portanto, quando o ar úmido sobe para níveis onde a pressão atmosférica é progressivamente menor, se expande, consome energia que é absorvida do calor contido no próprio ar, fazendo com que a temperatura diminua.

Esse fenômeno é conhecido por resfriamento adiabático (processo termodinâmico

reversível, sem ganhos ou perda de calor), promovendo a condensação da água, a qual ocorre em torno de núcleos de condensação microscópicos, seguido pela criação de uma corrente de ar ascendente. É o resfriamento do ar úmido que se eleva na atmosfera, dando origem à formação de nuvens.

A densa floresta absorve grandes quantidades de água trazidas pelas chuvas abundantes que ocorrem na região. Parte dessa água é absorvida pelas raízes dos vegetais e é componente essencial para o processo do equilíbrio térmico, transporte de nutrientes e no processo da fotossíntese da vegetação. Uma fração dessa água absorvida pelas plantas é liberada pelas folhas na forma de vapor, processo este denominado de transpiração. Outra é evaporada e outra é infiltrada no solo. A água proveniente da evaporação e da transpiração condensa e forma as nuvens na atmosfera, até saturar e precipitar na forma de chuva.

O degelo dos Andes e as precipitações elevadas sobre toda a região amazônica sustentam o caudal que abastece a Bacia Amazônica. Assim, surgem na região rios de águas negras e ácidas com poucos sedimentos, como o Rio Negro, e rios de águas barrentas como o Solimões, a partir dos quais se forma o Rio Amazonas. Ao longo desse rio, se estende uma extensa rede hidrográfica, alguns formados por rios de águas cristalinas, como o Tapajós, e outros por rios de águas barrentas, como o Jari. A maior parte desses rios é carregada de sedimentos areno-argilo-siltosos, os quais avançam até a foz do Amazonas no Amapá, formando solos de aluvião nas extensas planícies (várzeas) que formam essa bacia hidrográfica.

Portanto, as várzeas são ambientes inundados pela água do Rio Amazonas e seus



**Figura 1.** Esquematisação do ciclo de água na Floresta Tropical da Amazônia: precipitação pluvial (A); escoamento superficial (B); armazenamento (C); evapotranspiração (D); condensação (E).

afluentes, a qual é impelida no sentido contrário ao seu curso pela força das marés atlânticas. Essa situação promove o transbordamento lateral desses cursos d'água e cria uma condição de alagamento e fertilização mineral superior ao ambiente de Floresta de Terra Firme.

Vale considerar que a derrubada de extensas áreas com cobertura vegetal afeta o ciclo de água na região. Por isso, merece destaque o alerta sobre a capacidade-limite de desmatamento da Amazônia, emitido pela Agência Brasileira de Inteligência (2007), onde se observa que os estudos do Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (Inpe) apontam que substituir 40% do total da mata nativa da Amazônia por soja ou pasto pode causar aumentos de temperatura de até 4 °C e a redução de até 24% nas chuvas

durante a estação seca na porção leste do território amazônico. Isso significaria que a destruição de extensas áreas de floresta afetaria o ciclo da água na região e, sem as florestas para estocar e proteger os cursos e depósitos de água, longos períodos de seca se tornaram mais frequentes.

## A importância da água nos organismos vegetais

De acordo com Bettelheim et al. (2012), Stewart (1976) e Sutcliffe (1980), os principais usos da água pelos organismos vegetais descrevem as suas principais funções:

- Constitui mais de 90% da massa total dos seres vivos e é essencial para sua estrutura e atividade.



- Participa, diretamente, de numerosos processos químicos que ocorrem nos organismos vivos, como a fotossíntese.
- É uma fonte de prótons (íons  $H^+$ ) para reduzir o  $CO_2$  na fotossíntese e de íons hidroxila ( $OH^-$ ), fornecendo elétrons para as reações de luz.
- É o solvente de muitas substâncias iônicas e compostos covalentes em diversos processos químicos no sistema solo/planta.
- É veículo de transporte da maioria dos compostos orgânicos, nutrientes, fotossintatos e as excreções metabólicas, tanto nos vasos do xilema (seiva bruta), do floema (seiva elaborada), como através do citoplasma das células. Hidratam todas as moléculas polares do organismo, assim como as macromoléculas (polissacarídeos, proteínas e ácidos nucleicos).
- Ajuda a manter a turgidez das células vegetais.
- É responsável pela abertura e o fechamento dos estômatos.
- Estimula o crescimento inicial, aumentando a superfície foliar para fotossíntese.
- Acelera a frutificação e a maturação dos vegetais.
- Aumenta o desenvolvimento radicular e captação da água do solo, em profundidade.
- Promove o equilíbrio térmico no interior dos vegetais.
- Serve de meio para os gametas que se movimentam para realizar a fecundação.

- Aumenta a cobertura vegetal do solo e consequentemente a infiltração da água das chuvas, reduzindo as perdas por escoamento superficial.

A Tabela 6 apresenta o ponto de fusão, a ebulição e o calor de vaporização de diferentes líquidos. Observa-se que, entre os diferentes solventes avaliados, a água apresenta os maiores pontos de fusão e ebulição, e o maior calor de vaporização. Tais características tornam o líquido mais apropriado ao desenvolvimento dos vegetais.

**Tabela 6.** Ponto de fusão (Pf), ebulição (Pe) e calor de vaporização (CV) de diferentes solventes.

Solvente	Pf (°C)	Pe (°C)	Calor de vaporização (cal/g) <sup>(1)</sup>
Água	0	100	540
Metanol	-98	65	263
Etanol	-117	78	204
Propanol	-127	97	164
Acetona	-95	56	125
Hexano	198	69	101
Benzeno	0,6	80	94

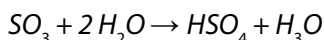
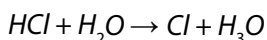
<sup>(1)</sup> Número de calorias necessárias para converter 1 g de um líquido, no seu ponto de ebulição, a seu estado gasoso, na mesma temperatura.

Fonte: Sutcliffe (1980).

Bettelheim et al. (2012) mostram que, quando a estrutura cristalina de um composto sólido é posta em contato com a água, as moléculas de água circundam a superfície sólida, fazendo com que os polos positivos das moléculas de água (cátions) atraiam os íons negativos (ânions), e os polos negativos das moléculas de água (ânions) atraiam os íons positivos (cátions) do sólido, até o ponto em que a força de atração combina-

da em relação às moléculas de água seja maior que a força de atração das ligações iônicas que mantêm unidos os íons do sólido, deslocando completamente os íons já hidratados do cristal. Assim, as moléculas de água passam a circundar os íons removidos do sólido, recebendo a denominação de íons hidratados ou solvatados.

Nos compostos covalentes, como o ácido clorídrico (HCl), o trióxido de enxofre (SO<sub>3</sub>), a sacarose (C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>), o metanol (CH<sub>3</sub>OH), o etanol (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O) e o ácido acético (CH<sub>3</sub>COOH) não reagem com a água, como os compostos iônicos, mas se dissolvem porque as moléculas de água circundam a molécula covalente e a solvatam, formando pontes de hidrogênio com a água. Nesses casos, a ligação de hidrogênio (H) será possível entre duas moléculas se uma delas contiver um átomo de O ou N (aceptor da ligação de H) e a outra, uma ligação O-H ou N-H (doador da ligação de hidrogênio) (Bettelheim et al., 2012).



Essas características químicas da água mostram a relevância desse elemento como solvente nas plantas e como mantenedor do seu equilíbrio térmico, uma vez que, com sua entrada pelo sistema radicular da planta e sua remoção através dos estômatos das folhas, carrega o calor excessivo e resfria a planta.

Em áreas inundadas – onde os caules ficam submersos por um período longo – as lenticelas sofrem hipertrofia na região submersa e acima dela. Isso pode causar aumento

no número e alteração na forma, em decorrência do aumento do tecido de enchimento e dos espaços intercelulares, com consequente aumento da aeração, como meio de compensar a região submersa (Mazzoni-Vieiros; Costa, 2003).

A molécula de água, que é constituída por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio, apresenta ligações covalentes polares, com uma extremidade positiva (H<sup>+</sup>) e a outra negativa (OH<sup>-</sup>). Isso produz uma atração eletrostática entre as moléculas, conferindo, assim, grande coesão interna, o que permite formar um corpo de água capaz de promover o transporte de nutrientes da raiz para toda a planta, e de fotossintatos (seiva elaborada) produzidos nas folhas para todos os órgãos vegetais (Sienko; Plane, 1976).

Geralmente, as atrações entre íons e as moléculas polares da água (energia de hidratação) são suficientemente fortes para romper a estrutura da água. A Tabela 7 mostra que a água é o melhor solvente para as plantas, sendo capaz de dissolver grande número de substâncias, tanto orgânicas (benzina, acetona e álcool), quanto as inorgânicas (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, ClO<sub>3</sub><sup>-</sup>, ClO<sub>4</sub><sup>-</sup>, I<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup> e SO<sub>4</sub><sup>-</sup>), favorecendo a dissociação de eletrólitos nela dissolvidos (Sienko; Plane, 1976).

A água também exerce grande tensão superficial e tem grande capacidade de absorver calor, o que a torna vital para todos os seres vivos, bem como para todos os processos essenciais que dependem de suas propriedades. Líquidos aquosos, como a seiva bruta, com seu conteúdo inorgânico, e a seiva elaborada, com seu conteúdo orgânico, circulam nas células vegetais, transportando diversas substâncias em seu conteúdo (Sienko; Plane, 1976; Jorge, 1985).



**Tabela 7.** Solubilidade de diferentes solventes.

Composto solúvel em água	Exceção
Todos os sais de $\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$ e $\text{NH}_4^+$	
Haletos: sais de $\text{I}^-$ , $\text{Br}^-$ e $\text{Cl}^-$	Haletos de $\text{Ag}^+$ , $\text{Hg}^{2+}$ e $\text{Pb}^{2+}$
Fluoretos	Fluoretos de $\text{Ca}^{2+}$ e $\text{Mg}^{2+}$
Sais $\text{NO}_3^-$ , $\text{ClO}_3^-$ , $\text{ClO}_4^-$ , $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$	
Sulfatos	Sulfatos de $\text{Sr}^{2+}$ , $\text{Ba}^{2+}$ , $\text{Pb}^{2+}$ e $\text{Ca}^{2+}$
Álcool etílico	
Ácidos inorgânicos	
Composto insolúvel em água	Exceção
Sais de $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{PO}_4^{3-}$ , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ e $\text{CrO}_4^{2-}$	Sais de $\text{NH}_4^+$ e cátions de metais alcalinos
Sulfetos	Sais de $\text{NH}_4^+$ , $\text{Ca}^{2+}$ e $\text{Sr}^{2+}$ e cátions de metais alcalinos
Hidróxidos e óxidos metálicos	Hidróxido e óxidos de $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Sr}^{2+}$ , $\text{Ba}^{2+}$ e metais alcalinos
Gasolina, metano e oxigênio	

Fonte: Sienko e Plane (1976).

O carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), igualmente aos fosfatos ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), cromatos ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ), sulfetos e hidróxidos e óxidos metálicos se encontram entre os compostos insolúveis em água. A baixa solubilidade em água do carbonato contido no calcário, por exemplo, faz com que esse produto tenha que ser bem distribuído e incorporado no solo durante as operações de aração e gradagem, de forma a se obter a neutralização do alumínio (al) e do hidrogênio (H) do solo.

Tanto a absorção e a translocação de nutrientes, quanto a distribuição dos fotossintatos – no interior dos vegetais – dependem, exclusivamente, da água. Da mesma forma, a elongação celular, o efeito dilatador sobre a parede celular e sobre as membranas celulares dependem do incremento do teor de água nas células, graças à pressão de turgescência que esse líquido exerce (Larcher, 1986). Além do mais, a fotossíntese não poderia cumprir seu papel sem quantidades consideráveis

de água, processo este cuja intensidade e eficiência máxima dependem do conteúdo adequado de umidade nas células dos tecidos foliares (Denisen, 1987).

Existem diferentes limites de água no solo, para que os vegetais se desenvolvam. De um lado, solos de textura média e os arenosos apresentam percolação intensa de água e a remoção de grandes quantidades de nutrientes, prejudicando o desenvolvimento regular das plantas. Por outro, a água em excesso, nos solos de várzea e de igapó, limita a quantidade de oxigênio para as raízes. Entretanto, as espécies vegetais de várzea e de igapó possuem mecanismos de tolerância a esse tipo de estresse.

A enorme disponibilidade de água no Trópico Amazônico exerce papel fundamental na adaptação, na reprodução, na multiplicação e na distribuição das diversas espécies da flora, com algumas adaptadas a viver em locais extremamente úmidos, ca-

racterístico da vegetação do tipo Floresta Pluvial Tropical.

Todas essas propriedades da água a tornam fundamental para o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Sua falta ou excesso podem trazer efeitos determinantes para o setor de base agrária.

## Referências

AGÊNCIA BRASILEIRA DE INTELIGÊNCIA.

**Desmatamento aquece Amazônia em até 4 °C, diz Inpe.** 2007. Disponível em: <<http://alpha.plasma.inpe.br/noticias/namidia/index.php?pag=706>>. Acesso em: 30 dez. 2007.

BETTELHEIM, F. A.; BROWN, W. H.; CAMPBELL, M. K.; FARRELL, S. O. **Introdução à química geral, orgânica e bioquímica.** 9. ed. São Paulo: Cengage Learning. 2012. 781 p.

DENISEN, E. L. **Fundamentos de horticultura.** 2. ed. Mexico: Limusa. 1987. 604 p.

INMET (Brasil). **Normais climatológicas do Brasil 1961-1990.** 1992. Disponível em: <<http://>

[www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas](http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas)>. Acesso em: 30 dez. 2007.

JORGE, J. A. **Física e manejo dos solos tropicais.** Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1985. 328 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal.** São Paulo: Epu. 1986. 319 p.

MAZZONI-VIVEIROS, S. C.; COSTA, C. G. Periderme. In: APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. **Anatomia Vegetal.** Viçosa: Ed. da UFV, 2003. p. 237-263.

ODUM, E. P. **Ecologia.** Rio de Janeiro: Guanabara. 1988. 434 p.

SIENKO M. J.; PLANE R. A. **Química.** 7. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1976. 605 p.

SILVA, J. M. C. **Corredor de biodiversidade do Amapá.** Belém: Fundação Lee e Gund, 2007. 54 p.

STEWART, K. M. Oxygen deficits, clarity and eutrophication in some Madison Lakes.

**International Review of Hydrobiology,** n. 61, p. 563-579, 1976

SUTCLIFFE, J. F. **As plantas e a água.** São Paulo: EPU, 1980. 126 p.